

# 教育学部技術科専攻生のための教科導入学習教材の研究

## ——ものづくりにおける材料の切断に関する学習——

### Material Study for Students Major in Technology Education

#### ——Learning of the Materials Cutting in the Manufacturing——

池 際 博 行

Hiroyuki IKEGIWA

(和歌山大学)

2017年8月28日受理

### Summary

The author recognized the nature of material cutting to the students major in technology education with making them to assemble simple scissors from two pieces of thin metal plates with bolt and nut. Cutting of material with a knife or a scissor is slightly different to the mechanical cutting with a cutting tool. The former is “parting” the material, the latter is chipping the material. Through the production of a simple scissors made of thin steel plates, students are able to understand the basic principle of cutting.

**キーワード：**切削加工、せん断、ハサミ、そり

#### 1. はじめに

ものづくり作業においては切断により、大きな材料を小さな部材に加工する作業は日常的に行われる。しかし、とりわけ教育学部において技術を専攻する学生にとっては材料の切断という概念への理解が重要であり、木材や金属の切断の項目で講義されているにも関わらず、どのようなメカニズムで材料が切断(あるいは分断)されているかについて深く認識されているとは言いがたい。また、そのことが原因して中学校における授業において、ものづくりを学習する生徒たちへの説明としてとすれば不十分な内容になることがあると思われる。

そこで、教育学部技術科専攻学生のための導入実践学習として、切断の原理を学習する簡単な「ハサミ」の制作と、よりよく切断するための工夫について考えさせる教材を提案する。

なお、本教材は、平成元年和歌山大学教育学部に生産科学課程が新設された折、全学の教養科目として教育学部技術科教員が分担で行った「ものづくり学習」の一環として受講学生約60名に対して数年間にわたり実習授業を行い、受講後のアンケートでも好評であったものを再提案したものである。

#### 1.1 切削加工における「切る」と「削る」の違い

切削加工とは刃物(切削工具)を用いて材料を切ったり削ったりして、欲しい寸法や形状に加工することである。木材加工や金属加工をしていると「切削」という言葉がよく出てくるが、この切削の「切る」と「削

る」は全く同じ意味ではない。

切削加工における切るという行為は、その行為の後、もとの形に戻そうとした場合にこれが簡単にできるものを言い、このような切断行為を専門用語では「せん断」という。ハサミ、ナイフ、裁断機、プレスなどによる加工がこれの代表である。加工前の材料は、加工後なんら組織的にも形状的にも変質はしていない。

一方、木材加工におけるカンナによる表面削り(かんなくずの発生)や、旋盤を使ったバイトによる金属の加工(切粉の生成)などでは、削るという行為によって以前とは異なる形状の発生物を生み出す。この場合、切断行為後に元に戻そうとしても元の形状にはならない。これは削った事によって物質が切りくずとして変化(変形)してしまったためである。切削時に切りくずが変形し、またその組織が変化する場合を「削る」という。

#### 1.2 さまざまな切削加工法

切削加工法には、多くの種類がある(図1<sup>1)</sup>)が、こ

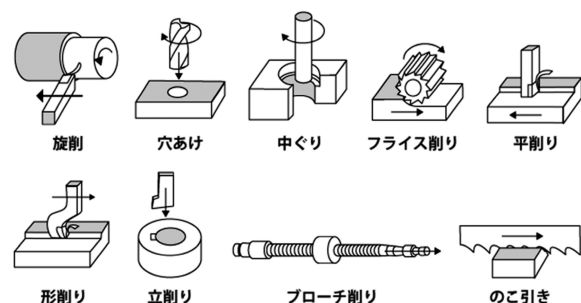


図1 さまざまな切削加工法<sup>1)</sup>

した刃物を使った切削加工の中でも最も簡易なナイフやカッター、ハサミによる材料の分断(切断)を具体的に考える教材を提供する。

### 1.3 切る、切れるということ：圧力と分断について<sup>2)</sup>

ハサミや押し切り(裁断機)による切断は専門用語では「せん断」と呼ばれる分断法である。「せん断」とは材料を目的の形状に切断する加工法で、材料に加える力と材料に生ずる応力とが切断しようとする面に平行である場合をいう。上下二枚の刃物の間に材料を置き一方の刃に力を加えると、もう一方の刃物との間の材料の面内に、加えられた力と反対向きの力が生じるが、刃物からの力がこの材料の応力を超えれば材料が圧縮破壊され、破断面がつながることにより材料は分断される。それにより材料はいわゆる「切断」される。

ナイフやかんなの刃などによる切断では、鋭い刃先を構成するくさびの先端に圧力が集中的にかけられるために刃先に接触する材料に微小な圧縮破壊が生じ、ここでクサビ状の刃先により2方向に材料が振り分けられることで破壊が進行し、最終的に材料は分断されることになる。

物を切る時には物体の原子間あるいは分子間の結合—化学結合あるいは1次結合、と分子間の引力などによる2次結合からなる—が切れるが、1次結合に比べて、2次結合の結合力は弱いので、刃物で物を切る場合、たいていは後者の結合は切れることになる。

そこで、物体をナイフ状の刃物で上から押して切る場合を考えると、刃先の先端では物体にあたる面積は非常に小さく、小さい力でも刃の先端にかかる圧力は非常に大きくなる。

例えばカミソリの刃のような鋭利な刃先のナイフの場合、その幅は $0.1\mu\text{m}$ <sup>3)</sup>と言われているが、通常は刃物の表面にコーティングがなされるので、刃先の幅は大きくても $1\mu\text{m}$ くらいであろうと考えられる。(包丁などは $2\sim3\mu\text{m}$ あると言われている。)

刃の長さ(刃渡り)が $30\text{mm}$ あるとすると、刃にかかる圧力は加えた力を面積で割ったものになるので、刃の先端の面積は、刃の幅が $1\mu\text{m}=1\times10^{-6}\text{m}$ 、刃の長さが $30\text{mm}=0.03\text{m}$ として、刃の面積 $=1\times10^{-6}\text{m}\times3\times10^{-2}\text{m}=3\times10^{-8}\text{m}^2$ となる。

この刃物に上からリング1個程度の重さ(およそ $300\text{g}$ )がかけられるとすれば、これは約 $3\text{N}$ の力となるので刃先にかかる圧力が、

刃の圧力 $=3\text{N}\div(3\times10^{-8})\text{m}^2=1\times10^8\text{N}/\text{m}^2=100\text{MPa}$ 、と計算される。

この圧力は、手のひらの面積を $10\text{cm}$ 四方(約 $100\text{cm}^2=0.01\text{m}^2$ )として、ここに $100\text{トン}$ のおもりが乗ったのと同等の圧力になる。

しかし、鋭利な刃物で上から押し付けただけで切断

ができないことは、金沢が「刃物の切れ味とトライボロジー」<sup>4)</sup>において明かにしている。そこでは刃先を滑らせる(いわゆる「引き切り」)ことにより刃先に沿って摩擦力が発生し、これが分離力を高め、摩擦係数が高いほど切断が容易になると言及している。

ハサミの場合は、さらに二枚の刃がほぼ1点で交差する構造(図2)になっていることに気が付けば、力のかかる面積は限りなく点に近づくことから、材料にかかる圧力は増し、また、上下の刃物がある角度で交差することにより、材料を滑らせるように分断することになるため、切断の原理に沿って、わずかな力で物が切断できることは容易に想像される。

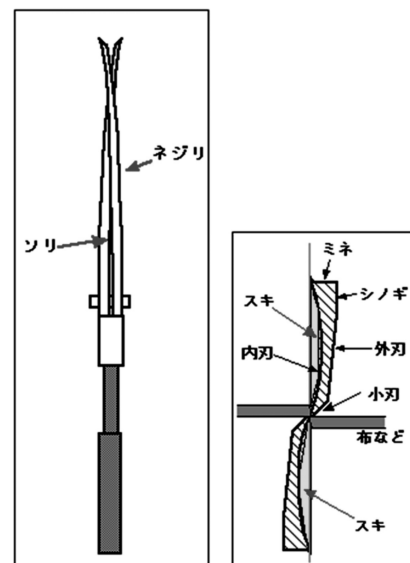


図2 ハサミの構造<sup>4)</sup>

## 2. 簡易ハサミの制作

そこで、厚さ $0.3\text{mm}$ の亜鉛鉄板を長さ $180\text{mm}$ 、幅 $20\text{mm}$ の矩形に切断したものを2枚、ボルトとナット、ワッシャー(図3)を用いてハサミ形状に接合(図4)し、これで紙が切断できることを実践的に確かめさせる実習を行った。図5は亜鉛鉄板を組み合わせたハサミの先端部の写真であるが、刃先は決して鋭利ではないことがわかる。

組み立てた簡易ハサミは、そのままで紙が切断できることもあるが、多くの場合、力を加えると紙の抵抗を受け刃物は変形し、紙を二枚の亜鉛鉄板の間に巻き込んでしまう。そこで、ハサミの実物(図6)を見せ、ハサミは決して平たんではなく、切断に当っては2枚の刃が常に1点で交差するよう、刃が湾曲していることを確認させる。そのことで、作業者は、二枚の亜鉛鉄板を曲げることを発案し、その結果、紙の切断時に常に一点の切断点が構成されそのため紙が容易に切断できることを体験できる。とりわけ、ティッシュペーパーのような柔らかな腰のない紙がきれいに切断できることを体験し、興奮することがある。

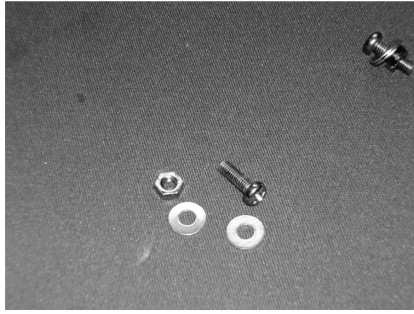


図3 簡易ハサミ制作に用いた部品  
(ボルト・ナット・ワッシャー、厚さ0.27mm 亜鉛引き鉄板)

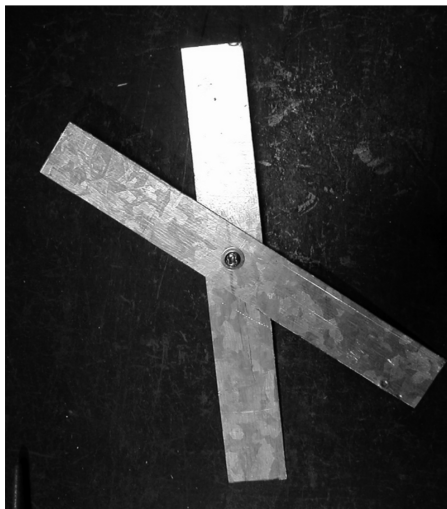


図4 2枚の亜鉛引き鉄板をハサミ形状に加工したもの

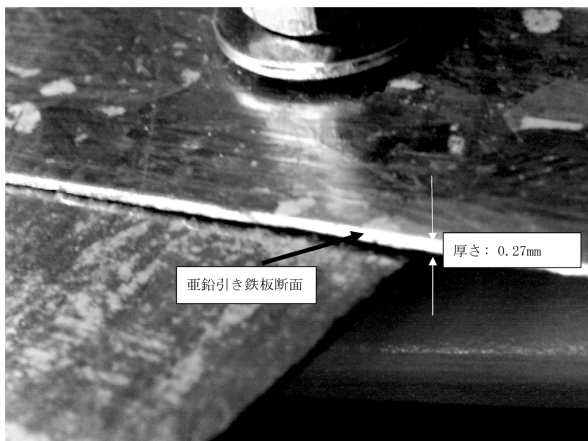


図5 亜鉛引き鉄板を組み合わせた簡易ハサミの刃先(拡大写真)

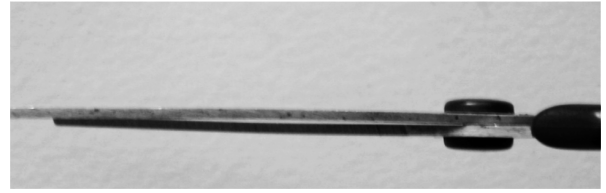


図6 市販ハサミ(2枚の刃物が湾曲している)

一方、画用紙のような厚紙はこの亜鉛鉄板ハサミで切断できない。これは刃先の厚みがないことにより切断時に材料の抵抗を受けて、刃先が曲がってしまうことが原因で、刃物には材料によって厚みが必要であることを理解させることができる。紙切りハサミと金切りハサミの刃の厚さが異なっていることがわかる。

このように、簡単な簡易ハサミを制作する過程で、材料の分断、切断がどのようなメカニズムで行われているか、モノを切るとはどのような行為であるかを理解させる教材となることが実践を通して確認できる。

### 3. まとめ

本報告を通して、教育学部技術教育を専攻する学生に材料の切断がどのような行為をいうのか、刃物による切断には「切る」(分断)と「削る」(切削)があり、それぞれ違いがあること、簡易なハサミを制作し、これを使って実際に材料を分断することで、その仕組みを理解させることができた。

### 参考文献

- 1) 福田力也：工作機械入門、理工学社、1992年、P.17
- 2) <http://luna-physics.cocolog-nifty.com/blog/2012/05/post-8fdd.html> 参考
- 3) 山田・宮崎：カミソリの刃先と切れ味 精密工学会誌 54/11/1988 pp2048-2051
- 4) 金沢憲一：刃物の切れ味とトライボロジー、トライボロジスト、50(6)、pp435-440(2005)
- 5) 美鈴ハサミ株式会社 ホームページより引用：  
<http://www.misuzu-hasami.co.jp/zatugaku/zatugaku/hasami-kouzou.html>

